

ОПЫТ МАССОВОГО МЕЧЕНИЯ КОМАРОВ  
*Aedes vexans vexans*  
С ПОМОЩЬЮ РАДИОАКТИВНОГО ФОСФОРА  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ  
ИХ РАЗЛЕТА ОТ МЕСТ ВЫПЛОДА

А. А. Лурье, Н. Я. Маркович, А. М. Проскурякова

Институт медицинской паразитологии и тропической медицины  
им. Е. И. Марциновского, Москва

В долине Верхнего Енисея на стадии личинок IV возраста были мечены  $^{32}\text{P}$  и выпущены до 1.86 млн комаров *A. v. vexans*. Были пойманы 243 меченые особи от общего числа 442 857 отловленных, причем максимальный радиус разлета от места выплода составил 4.5 км.

Настоящее исследование проводили летом 1974 г. в западной части Тувинской впадины, в окрестностях небольшого поселка Алды-Шинаа (Тувинская АССР, район строительства г. Новый Шагонар). Основной целью было изучение дальности разлета комаров *Aedes vexans vexans* от мест выплода.

*A. v. vexans* является одним из массовых компонентов гнуса в указанном районе, и знание закономерностей его разлета необходимо при разработке мероприятий по защите населения от массовых нападений комаров этого вида. Имеющиеся по этому вопросу литературные данные чрезвычайно разноречивы: дальность разлета, указываемая различными авторами, варьирует от нескольких километров до десятков и даже сотен (Половодова и соавт., 1959; Щербина и Новицкая, 1963; Horsfall a. oth., 1973).

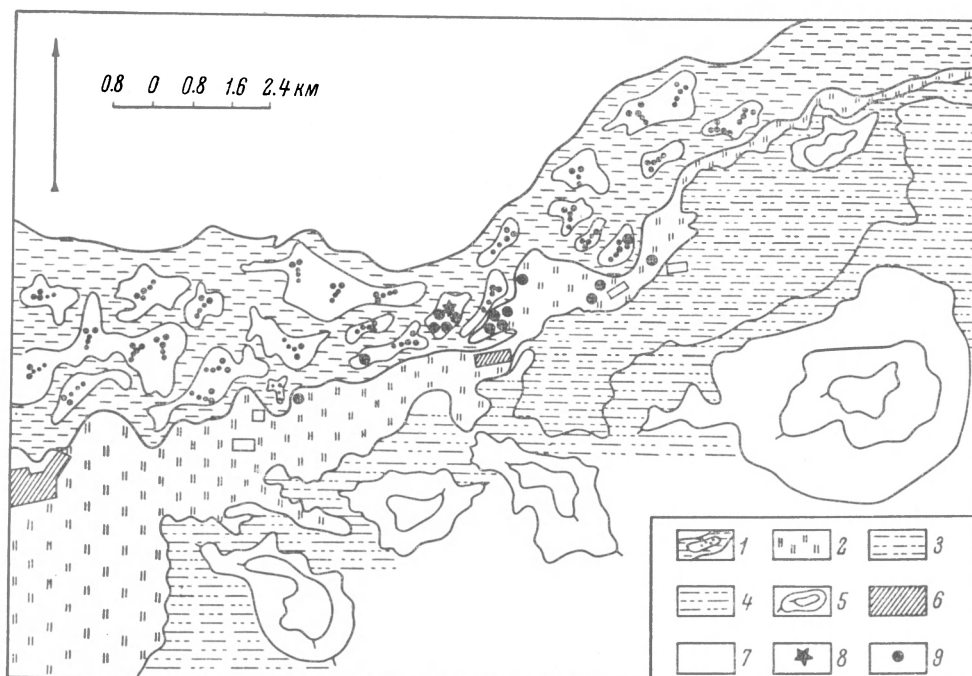
Как показали многочисленные исследования за рубежом, для массовой маркировки комаров радиоизотопный метод является наиболее пригодным (Лурье, 1975). Известны довольно успешные эксперименты по изучению разлета комаров с общим количеством помеченных изотопом особей до 3 млн (Jenkins, Hassett, 1951; Elmore, Schoof, 1963). В Советском Союзе метод радиомаркировки в исследованиях кровососущих двукрылых не применялся, если не считать одной работы по отработке методики мечения комаров в лабораторных условиях (Ильинская и Трошин, 1954). Данный эксперимент явился первым опытом крупномасштабного мечения кровососущих двукрылых.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования располагается на расширенном участке долины Верхнего Енисея, текущего здесь с востока на запад. Река имеет широкую левобережную пойму и множество островов. Долина реки ограничена крутыми уступами нижних надпойменных террас. Лежащие выше террас участки территории пересечены в различных направлениях невысокими останцевыми хребтами и мелкопочечником. На правом берегу В. Енисея горы обрываются непосредственно к реке, пойма и террасы выражены

здесь только на отдельных участках. Древесная растительность имеется лишь на островах и в отдельных местах поймы. После прохождения паводков острова и пойма покрываются высоким и густым травяным покровом, который в зоне засушливых степей в Тувинской впадине образует основные места убежищ комаров.

Поселок Алды-Шинаа расположен на первой надпойменной террасе. В поселке имеется индивидуальный и колхозный скот, который днем выпасается на пойме и на ближайших островах, а ночью перегоняется в открытые загоны в поселке и за его пределами (см. рисунок).



Карта-схема разлета меченых комаров.

1 — река с островами, поросшими кустарниками; 2 — луга на пойме реки; 3 — сухая степь на I террасе; 4 — сухая степь на II террасе; 5 — возвышенности; 6 — населенные пункты; 7 — загоны для скота; 8 — место выпуска меченых комаров; 9 — места поимки меченых комаров.

Опыт проводили в начале июня, после прохождения весеннего половодья на В. Енисее, в период развития первой летней генерации *A. v. vexans*. Комаров метили на личиночной фазе в искусственном водоеме, построенном на одном из островов (местное его название «Остров между двух вод»), лежащем напротив пос. Алды-Шинаа на расстоянии 0.7—1 км от него. Остров покрыт густой древесно-кустарниковой растительностью и изрезан многочисленными протоками и промоинами, которые заполняются водой при прохождении паводков. От пойменной террасы этот остров отделен еще одним также облесенным островом и протоками, ширина которых от 15 до 100—150 м.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОД

Мечение комаров выполняли в искусственном водоеме, изготовленном по способу, который предложили Эдмен и Ли (Edman, Lea, 1972). На ровном участке одной из небольших полей была собрана рама из деревянных досок (горбыля), поставленных на ребро. Размеры рамы, состоящей из 10 секций (по 5 секций в два ряда), были  $1.65 \times 12.7$  м, или  $21 \text{ м}^2$ . Рулонную полиэтиленовую пленку настилали в два слоя непосредственно на землю; обогнув бортики деревянной рамы, пленка образовала емкости глубиной около 20 см. Секции искусственного водоема были заполнены

водой из расположенного поблизости ( $\sim 30$  м) естественного водоема. При общей поверхности  $19 \text{ м}^2$  и глубине слоя  $12\text{--}13$  см суммарный объем воды составлял  $2350$  л. Для предотвращения возможного перегрева воды участок для мечения был выбран таким образом, чтобы деревья хотя бы частично затеняли водоем от солнца. Навесов над водоемом не устанавливали.

Личинок *A. v. vexans*, большая часть которых (91 %) достигла к этому времени IV стадии, вылавливали сачками из естественных биотопов и вместе с водой переносили в водоем мечения. Из воды удаляли крупные органические остатки (полуразложившиеся листья, опавшие весной почки и сережки, и т. п.), а также хищных насекомых и их личинок (главным образом личинки стрекоз). Общее количество личинок комаров, перенесенных в водоем мечения, было оценено — на второй день — в  $1\,860\,000$  на основании пробных подсчетов с помощью лотков. В каждой секции находилось от  $150$  до  $220$  тыс. личинок при плотности  $700\text{--}1000$  особей/л, или  $90\text{--}120$  тыс. особей на  $1 \text{ м}^2$  водной поверхности. Основная масса личинок находилась в начале IV стадии развития.

Радиоактивный изотоп  $^{32}\text{P}$  в виде  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  перед введением в воду с личинками был выдержан  $10$  час. в растворе, к которому добавили пивные дрожжи и растертый коровий помет. Радиоактивная взвесь затем была приблизительно поровну распределена по секциям. Всего введено  $53.5$  мКи  $^{32}\text{P}$  (в пересчете на день внесения); удельная активность на единицу объема воды составила  $0.023$  мКи/мл.

Мощность излучения в  $10$  см над поверхностью воды была  $4\text{--}7$  мР/час. На расстоянии  $0.5$  м сбоку от водоема мощность излучения составила  $0.5\text{--}0.8$  мР/час, что совершенно исключало возможность получения предельно допустимой дозы излучения (ПДД) даже при круглосуточном нахождении у водоема без экрана. В качестве обязательной меры предосторожности при работе у водоема использовались лицевые защитные щитки из органического стекла.

В течение первых  $4$  дней в воду добавляли корм — сухой измельченный коровий помет в количестве приблизительно  $0.5$  кг в день. Температура в секциях во время мечения колебалась от  $15\text{--}19^\circ$  (утром) до  $25\text{--}29^\circ$  (днем), отличаясь от температуры воды у поверхности естественного водоема не больше, чем на  $\pm(2\text{--}4)^\circ$ .

Сборы комаров для выявления среди них меченых проводили в основном сачками: днем выкашивали в растительности, а вечером вылавливали нападавших на добычу. В меньшей мере для отловов использовали колоколы Мончадского и световую ловушку. Наличие радиоактивной метки у комаров определяли с помощью переносного интенсиметра Луч-А с торцевым счетчиком СБТ-7, для чего каждую пробу комаров, наркотизированных эфиром, рассыпали тонким слоем на стекло. Общее число выловленных комаров в пробе определяли методом взвешивания после высушивания на воздухе.

Водоем с радиоактивной водой по окончании эксперимента был ликвидирован следующим образом. В каждую секцию добавили раствор соли фосфата (носителя) и после перемешивания — раствор соли железа, в избыточном по отношению к фосфату количестве. В результате образования труднорастворимой соли  $\text{FePO}_4$  радиоактивный изотоп переходил из раствора в осадок. После отстаивания осветленный слой нерадиоактивной воды был осторожно слит в ямы, вырытые рядом с водоемом. Полиэтиленовую пленку с оставшимся на ней радиоактивным осадком и органическими остатками (тоже радиоактивными) свернули активным слоем внутрь и закопали в землю для выдерживания  $^{32}\text{P}$  на естественный распад. Участок, на котором происходило мечение, по завершении работ радиоактивных загрязнений не имел.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Радиоактивный изотоп был введен в водоем  $9$  июня. Вылет комаров из него начался  $13$  июня; в эти же дни начался массовый вылет комаров из затененных естественных водоемов на острове. К  $17$  июня ( $5$ -й день

вылета) число личинок и куколок в искусственном водоеме составляло около 15% от их первоначального числа. Небольшой вылет комаров из этого водоема происходил до конца июня (29 июня в нем еще имелись единичные куколки).

Регулярные отловы взрослых комаров начали 17 июня и проводили их в течение 25 дней, до 11 июля. Спорадические отловы проводили до конца июля—начала августа. За все это время было собрано 442 857 комаров, среди которых оказалось 243 меченых — 217 самок и 26 самцов.

Весна и начало лета 1974 г. в Тувинской впадине были очень жаркими и засушливыми, в связи с чем на остепненных I, II и верхних террасах В. Енисея и других степных участках растительный покров отсутствовал полностью. В период вылета меченых комаров и в последующие 2—3 недели ежедневно во второй половине дня наблюдались пыльные бури, сопровождавшиеся шквальными ветрами восточного и западного направления, сильными грозами и ливнями. Такая погода была неблаго-

приятна и для выживаемости, и для вылова комаров, которые залетали (или были занесены ветром) на степные участки территории. Многочасовые выловы давали здесь обычно только единичных комаров. В большом количестве комаров удавалось вылавливать в основном на пойменной террасе и на островах, на участках, где, несмотря на засуху и низкий уровень половодья, имелся травяной покров, создававший защищенные убежища для комаров.

Наблюдения по разлету комаров проводили вдоль долины В. Енисея, в основном в пределах поймы и первой надпойменной террасы, на территории шириной

2—3 км и протяженностью 14—16 км (предельные удаления на восток и на запад от места выпуска были одинаковыми). Было проведено несколько отловов и за пределами этой территории: на расстояниях до 12—15 км к востоку (в пределах поймы) и до 7—9 км от реки.

В первый день учета — на 5-й день от начала вылета — много меченых комаров было выловлено на острове в густой растительности на расстоянии от 1 до 35 м от искусственного водоема. Это были, по-видимому, недавно вылетевшие юные самцы и самки *A. v. vexans*, еще не приступившие к поискам добычи. В тот день здесь же, но на большем расстоянии от водоема, были обнаружены меченые самки, уже отлетевшие от мест выплода (табл. 1).

Новорожденные меченые комары — 1 самец и 8 самок — были пойманы непосредственно у искусственного водоема еще в конце июня. За весь период наблюдений на острове выловлено 46 617 комаров, среди которых обнаружено 229 меченых (203 самки и 26 самцов).

Интенсивное рассеивание от места выплода и появление меченых самок *A. v. vexans* на пойменной террасе в окрестностях пос. Алды-Шинаа отмечалось уже на 7-й день от начала вылета. Большая часть (11 из 14) меченых самок, уже приступивших к поискам добычи, была выловлена в последующие 5—7 дней, т. е. в пределах первых двух недель от начала вылета; остальные — в следующие две недели. Последняя радиоактивная самка была поймана 11 июля, т. е. через 28 дней после начала вылета меченых комаров. Однако это могла быть и более молодая самка, так как незначительный по величине вылет продолжался довольно долго (табл. 2).

Есть основания полагать, что во второй половине эксперимента (3-я и 4-я недели) на пойме отлавливались меченые особи, которые вылетели

Т а б л и ц а 1

Распределение меченых комаров *A. v. vexans* на «Острове между двух вод» в первые дни массового вылета из искусственного водоема (из общего числа отловленных 33 240)

| Расстояние от водоема (в м) | Число выловленных меченых особей |        |
|-----------------------------|----------------------------------|--------|
|                             | самок                            | самцов |
| 1—2                         | 81                               | 8      |
| 3—10                        | 75                               | 17     |
| 10—35                       | 29                               | 0      |
| 35—100                      | 6                                | 0      |
| 150—200                     | 3                                | 0      |
| 200—500                     | 0                                | 0      |

Т а б л и ц а 2

Число комаров *A. v. vexans*, выловленных на разном расстоянии от экспериментального водоема

| Расстояние от водоема мечения (в км) | 7—15 *<br>(19 VI—27 VI) |                      |       | 16—29 *<br>(28 VI—11 VII) |                      |       | 30—47 *<br>(12 VII—29 VII) |                      |      | Всего комаров за весь период наблюдений | Из них меченых самок | %     |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------|---------------------------|----------------------|-------|----------------------------|----------------------|------|---|----------------------|-------|
|                                      | всего комаров           | из них меченых самок | %     | всего комаров             | из них меченых самок | %     | всего комаров              | из них меченых самок | %    |   |                      |       |
| 0.6—1.0                              | 71132                   | 6                    | 0.008 | 19352                     | 1                    | 0.005 | 11090                      | 0                    | 0.00 | 101574                                  | 7                    | 0.007 |
| 1—2                                  | 17670                   | 1                    | 0.006 | 3690                      | 0                    | 0.00  | 7240                       | 0                    | 0.00 | 28600                                   | 1                    | 0.004 |
| 2—3                                  | 17424                   | 2                    | 0.011 | 17178                     | 1                    | 0.006 | 1150                       | 0                    | 0.00 | 35752                                   | 3                    | 0.008 |
| 3—4.5                                | 37838                   | 2                    | 0.005 | 41988                     | 1                    | 0.002 | 20520                      | 0                    | 0.00 | 100346                                  | 3                    | 0.003 |
| 4.5—6                                | 8796                    | 0                    | 0.00  | 38599                     | 0                    | 0.00  | 15920                      | 0                    | 0.00 | 63315                                   | 0                    | 0.00  |
| 6—9                                  | 12645                   | 0                    | 0.00  | 31493                     | 0                    | 0.00  | —                          | —                    | —    | 44138                                   | 0                    | 0.00  |
| 10—14                                | 22515                   | 0                    | 0.00  | —                         | —                    | —     | —                          | —                    | —    | 22515                                   | 0                    | 0.00  |
| Всего                                | 188020                  | 11                   | —     | 152300                    | 3                    | —     | 55920                      | 0                    | —    | 396240                                  | 14                   | —     |

\* Дни от начала вылета.

из водоема несколько позже основной массы меченых имаго и смогли благодаря этому аккумулировать большее количество  $^{32}\text{P}$ . Активность выловленных на пойме поздних имаго оказалась приблизительно того же порядка, что и активность новорожденных комаров, обнаруженных 29 июня (на 17-й день) в непосредственной близости от водоема мечения. В пересчете на 27 июня активность комаров, отловленных на пойме до этого дня, была  $13 \pm 3$ , а после этого дня —  $33 \pm 5$  имп./сек.; достоверность различия выше 99%.

Максимальное расстояние, на котором удалось выявить меченых самок, составило 4.5 км вдоль поймы. Интересно отметить, что в пределах от 0.6 до 4.5 км меченые самки отлавливались приблизительно равномерно, т. е. не замечено никакой тенденции к снижению доли меченых самок от общего числа комаров в отловах с увеличением расстояния от места выпуска (табл. 2). Наибольшая часть меченых комаров была поймана в ближайших окрестностях поселка (на расстоянии 0.7—1 км от места выпуска), а также на пастбище (от 2 до 4.5 км к востоку от места выпуска) и на пойме неподалеку от открытых ночных загонов для скота.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Радиоактивность выловленных меченых комаров была достаточно высокой для уверенного обнаружения метки. Средняя величина и стандартное отклонение радиоактивности у комаров — самцов и самок, пойманных в первые две недели — составили  $13 \pm 3.3$  имп./сек., по данным на конец этого периода, т. е. на 27 июня. Таким образом, с вероятностью в 95% (99) активность меченых особей не могла быть ниже 6 (3) имп./сек., чего вполне достаточно для обнаружения прибором типа Луч-А.

Далее желательно было убедиться, что мечеными стали все имаго, независимо от времени их вылупления. Возможно, что часть личинок IV возраста была к моменту введения  $^{32}\text{P}$  уже на поздней стадии развития, когда питание прекращается. Заметим, что доля куколок к этому моменту была незначительной (подсчет на следующий день дал значение ~1%). Для проверки этого мы брали с поверхности воды первых только что появившихся имаго (возможное внешнее загрязнение снимали, ополаскивая комаров чистой водой). Все проверенные ранние имаго оказались мечеными.

Полученные результаты подтверждают мнение некоторых исследователей (Yates a. oth., 1951; Kurihara, 1963; Quraishi a. oth., 1963), что вели-

чина удельной активности воды, которую обычно создают при маркировке комаров, — порядка 0.1 мкКи/мл по  $^{32}\text{P}$  может быть существенно снижена без ущерба надежности мечения. Мы полагаем также, что высокой эффективности мечения в данном эксперименте в немалой степени способствовало предварительное включение  $^{32}\text{P}$  в состав пищи личинок, как это предлагал делать Дау (Dow, 1967).

Данные о дальности разлета комаров *A. v. vexans* — первой летней генерации — от места выплода, полученные летом 1974 г. в Тувинской впадине, могут рассматриваться лишь как ориентировочные в связи с чрезвычайно неблагоприятными условиями погоды в период проведения опыта.

Обнаружение большей части меченых самок *A. v. vexans* в окрестностях пос. Алды-Шинаа на расстоянии, не превышавшем 4.5 км от места выпуска, могло быть связано со сосредоточением на этой территории в 1974 г. большого поголовья крупного рогатого скота для выпаса в связи с лучшим развитием здесь травяного покрова. (В обычные годы в послепагодковый период скот перегоняют для выпаса на удаленные от поселка летние пастбища). Меченые комары, рассеивающиеся от места выплода, встречали на сравнительно небольшом расстоянии от него обильную и легко доступную добычу, в связи с чем они здесь оседали и не разлетались дальше в поисках источников питания. Во всяком случае, примерно одинаковое соотношение между мечеными и немечеными комарами практически на всей территории, где встречались меченые комары, свидетельствует о том, что расстояния в несколько километров преодолеваются ими без каких-либо затруднений.

## ВЫВОДЫ

1. Для изучения дальности разлета комаров *A. v. vexans* от мест выплода впервые в СССР был опробован метод радиомаркировки с помощью  $^{32}\text{P}$ . Показана пригодность метода, его высокая надежность и удобство в работе с большими массами кровососущих двукрылых. Всего было помечено и выпущено до 1.86 млн комаров.

2. По результатам отлова меченых комаров (всего поймано 243 меченые особи из общего количества выловленных 442 857) можно судить о дальности разлета (максимум 4.5 км) и основных тенденциях рассеивания комаров от места выплода для данной местности и в данных условиях сезона.

## Литература

- Ильинская Н. Б., Трошин А. С. 1954. Маркировка мух и комаров при помощи радиоактивного фосфора. Зоол. журн., 33 (4) : 841—847.
- Лурье А. А. 1975. Радионуклеотидное мечение комаров. Усп. соврем. биол., 49 (1) : 64—77.
- Половодова В. П., Гулевич Л. Г., Поляниченко А. И. 1959. Об изучении гнуса в низовьях Дона. Тез. докл. Совещ. по паразитарным заболеваниям. М. : 98—99.
- Щербина В. П. и Новичкая Л. С. 1963. Видовой состав и численность гнуса в г. Ростове-на-Дону и некоторые вопросы борьбы с ним. Тр. Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова, 149 : 80—90.
- Dow R. P. 1967. Radioactive yeast for tagging mosquitoes. Bull. Entomolog. Soc. Amer., 13 (3) : 202.
- Edman J. D., Lea A. O. 1972. Sexual behavior of mosquitoes. 2. Large-scale rearing and marking of *Culex* for field experiments. Ann. Entomolog. Soc. Amer., 65 (1) : 267—269.
- Elmore C. M., Schoof H. F. 1963. Dispersal of *Aedes taeniorhynchus* Wiedemann near Savannah, Georgia, Mosq. News, 23 (1) : 1—7.
- Horsfall R., Fowler H. W., Moretti L., Larsen J. R. 1973. Bionomics and embryology of the inland flood water mosquito *Aedes vexans*. Univ. of Illinois Press, Urbana—Chicago—L. : 211.
- Jenkins D. W., Hassett C. C. 1951. Dispersal and flight range of subarctic mosquitoes marked with radiophosphorus. Canad. J. Zool., 29 (3) : 178—187.
- Kurihara T. 1963. Radioactive tagging of *Culex pipiens* with  $\text{P}^{32}$ . Jap. J. Sanit. Zool., 14 (1) : 16—19.

- Q u r a i s h i M. S., L a n s a c h i R. F., E r g ü l C. 1963. Laboratory studies on tagging of *Anopheles stephensi*. J. Econ. Entomolog., 56 (5) : 672—674.
- Y a t e s W. W., G j u l l i n C. M., L i n d q u i s t A. W., B u t t s J. S. 1951. Treatment of mosquito larvae and adults with radioactive phosphorus. J. Econ. Entomolog., 44 (1) : 34—37.
- 

A TEST OF MASS TRACING OF THE MOSQUITOES  
OF *AEDES VEXANS VEXANS* BY  $^{32}\text{P}$   
FOR A STUDY OF THEIR FLIGHT RANGE FROM HATCHING SITES

A. A. Lurje, N. Ja. Markovich, A. M. Proskurjakova

S U M M A R Y

In the valley of the Upper Yenisei IV instar larvae of *A. vexans vexans* were traced with  $^{32}\text{P}$  and then 1.86 mln imagoes were released. Among 442 857 mosquitoes caught after hatching 243 were traced. Most of the traced individuals did not yet start looking for prey and were caught during the first five days near the hatching site. 14 radioactive females were caught within 4.5 km distance from the hatching site in the following weeks.

---